DOI: 10.34220/ITRT2021_25-29

УДК 169.113

Посметьев В.И.

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Никонов В.О.

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства, ремонта
и эксплуатации машин ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Посметьев В.В.

кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры механизации
лесного хозяйства и проектирования
машин ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, РФ

Авдюхин А.В.

аспирант кафедры производства,
ремонта и эксплуатации машин ФГБОУ
ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

Posmetev V.I.

dr. sci. tech. prof., prof. of department
of production, repair and operation of
cars Federal State Budget Educational
Institution of Higher Education "Voronezh
State University of Forestry and
Technologies named after
G.F. Morozov", Voronezh, RF

Nikonov V.O.

Ph. D., associate professor of production,
repair and operation of cars Federal State
Budget Educational Institution of Higher
Education "Voronezh State University
of Forestry and Technologies named
after G.F. Morozov", Voronezh, RF

Posmetev V.V.

candidate of physical and mathematical
sciences, associate professor of the
Department of Mechanization of Forestry
and Machine Design, FSBOU VO
"Voronezh State Forestry University
named after G.F. Morozov,"

Voronezh, RF

Avdyuhin A.V.

post-graduate student of the Department
of Production, Repair and Operation of
Machines, Voronezh State Forestry
University named after G.F. Morozov ",
Voronezh, RF

ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ СЕДЕЛЬНО-СЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА С ПРУЖИННЫМ АМОРТИЗАТОРОМ ДЛЯ ЛЕСОВОЗНОГО ТЯГАЧА С ПОЛУПРИЦЕПОМ

ADVANCED DESIGN OF SADDLE-HITCH DEVICE WITH SPRING SHOCK ABSORBER FOR FORESTRY TRACTOR WITH SEMI-TRAILER

Ключевые слова: лесовозный автопоезд, седельно-сцепное устройство, пружины, конструкция, эффективность, полуприцеп.

Аннотация: предложена перспективная конструкция седельно-сцепного устройства с пружинным амортизатором для лесовозного тягача с полуприцепом. Рассмотрен процесс функционирования предложенного седельно-сцепного устройства при трогании с места, ускорении и торможении лесовозного тягача с полуприцепом. Описан положительный эффект, достигаемый при практическом использовании предложенного седельно-сцепного устройства.

Keywords: timber road train, fifth wheel coupling, springs, design, efficiency, semitrailer.

Annotation: a promising design of a fifth wheel coupling with a spring shock absorber for a timber tractor with a semitrailer is proposed. The process of functioning of the proposed fifth wheel coupling when starting, accelerating and braking a timber tractor with a semitrailer is considered. The positive effect achieved with the practical use of the proposed fifth wheel coupling is described.

Используемые в настоящее время для вывозки лесоматериалов лесовозные автопоезда все еще остаются недостаточно эффективными и совершенными. Основными недостатками, сдерживающими их применение, являются: отсутствие в конструкции их седельно-сцепных устройств эффективных средств для смягчения ударов, возникающих в процессе движения лесовозного автопоезда вперед и назад в результате относительного ускорения лесовозного тягача с полуприцепом или их замедлении; ограниченное количество степеней свободы перемещения седельно-сцепного устройства, существенно снижающее плавность хода лесовозного тягача с полуприцепом в условиях вывозки лесоматериалов по недостаточно обустроенным лесовозным дорогам [1].

С целью повышения эффективности лесовозного тягача с полуприцепом, авторами предлагается перспективная конструкция седельно-сцепного устройства с пружинным амортизатором, обеспечивающая за счет установленных независимо функционирующих пружин сжатия смягчение ударов при разгоне и торможении лесовозного автопоезда, и, следовательно, повышение надежности лесовозного тягача с полуприцепом (рис. 1) [2-5].

Рисунок 1 – Схема седельно-сцепного устройства с пружинным амортизатором

Работа такого седельно-сцепного устройства автопоезда с пружинным амортизатором основана на эффекте амортизации за счет использования в нем упругих элементов в виде пружин сжатия 12, 13, обеспечивающих при работе устройства дополнительную четвертую степень свободы перемещения полуприцепа 2 относительно лесовозного тягача. Этим достигается поэтапное и плавное начало движения или остановки при торможении в пределах предусмотренного седельно-сцепным устройством взаимного смещения лесовозного тягача и полуприцепа 2 и, тем самым, существенное снижение динамических нагрузок на конструкцию лесовозного автопоезда при его трогании с места, разгоне и торможении.

В неподвижном состоянии, когда лесовозный автопоезд стоит на ровной поверхности лесовозной дороги, все три геометрических параметра взаимного расположения лесовозного тягача и полуприцепа 2, а также смещение полуприцепа 2 относительно лесовозного тягача равны нулю, а колеса лесовозного тягача и полуприцепа 2 находятся в расторможенном состоянии. В этом случае, благодаря способности корпуса 11 вместе с кронштейном 16 и опорной плитой седла 5 перемещаться возвратно-поступательно вдоль продольной относительно продольной оси лесовозного тягача оси 14, относительно жестко соединенной с монтажной плитой 3, и двух промежуточных опор 9, 10, предусмотрительно нагруженные перед установкой пружины сжатия 12 и 13 автоматически удерживают в нейтральном положении полуприцеп 2 относительно лесовозного тягача.

При трогании с места или движении с ускорением лесовозного автопоезда на опорную плиту седла 5 устройства начинает действовать сила инерции сопротивления движению со стороны массы полуприцепа 2. По этой причине кинематически связанные между собой рама 1 лесовозного тягача, монтажная плита 3, вместе с закрепленными на ней двумя крайними 6, 7, центральной 8 и двумя промежуточными 9, 10 опорами и продольной относительно продольной оси лесовозного тягача осью 14, начинают совместно перемещаться с лесовозным тягачом относительно неподвижных в этот момент полуприцепа 2, опорной плиты седла 5, кронштейна 16, поперечной относительно продольной оси лесовозного тягача оси 15 и корпуса 11 с его внутренними фланцами 18, 19 с отверстиями. В результате этого между внутренней стороной торцевого фланца 23 втулки 20 и внешней стороной внутреннего фланца 18 с отверстием корпуса 11 образуется зазор, равный величине смещения лесовозного тягача относительно полуприцепа 2. Это ведет к сжатию пружины сжатия 12, потенциальная энергия которой обеспечивает плавное нарастание тягового усилия лесовозного тягача до величины, превышающей усилие сопротивления движению со стороны полуприцепа 2, и началу его движения совместно с лесовозным тягачом. При этом важным достоинством седельно-сцепного устройства является то, что в данном случае пружина сжатия 13 остается в прежнем недеформированном состоянии и не контактирует с центральной опорой 8, так как она вместе с втулкой 21 и ее торцевыми фланцами 22, 23 остаются неподвижными относительно корпуса

11 и перемещаются вместе с ним. Таким образом, пружина сжатия 13 не мешает полноценной работе пружины сжатия 12 при амортизации воздействующей на нее нагрузки. В то же время при последующих разжатии пружины сжатия 12 и смещении корпуса 11 в исходное положение, пружина сжатия 13 посредством втулки 21 и ее торцевого фланца 22, входя в контакт с центральной опорой 8, выполняет роль демпфера и способствует быстрому затуханию нежелательных колебаний упругой системы устройства.

После окончания движения с ускорением и начала движения лесовозного автопоезда с установившейся постоянной скоростью величина силы инерции, воздействующей на лесовозный тягач со стороны полуприцепа 2, снижается. В результате этого, под воздействием усилия разжимающейся пружины сжатия 12, величина смещения полуприцепа 2 относительно лесовозного тягача уменьшается, и все рассмотренные элементы устройства возвращаются в исходное состояние в обратном порядке.

Аналогична работа устройства при движении с ускорением замедления или торможении лесовозного автопоезда до полной остановки, в том числе при возможном по разным причинам рассогласованном торможении лесовозного тягача и полуприцепа 2. Отличие заключается лишь в том, что в этом случае сжимается уже пружина сжатия 13 на величину смещения под воздействием силы инерции полуприцепа 2, направленной вперед относительно направления движения лесовозного тягача. Возвращение устройства в исходное положение при ускорении замедления и последующего движения лесовозного автопоезда с установившейся постоянной скоростью или после торможения до полной остановки лесовозного автопоезда происходит аналогично описанному выше случаю. При движении лесовозного автопоезда с чередующимися ускорениями и замедлениями, воздействующими на лесовозный тягач и полуприцеп 2, обусловленными многочисленными факторами (неровностями, продольными и поперечными уклонами лесовозной дороги, гололедом, осадками, техническим состоянием лесовозного автопоезда, массой груза, квалификацией водителя и др.), рабочие циклы седельно-сцепного устройства лесовозного автопоезда с пружинным амортизатором соответственно чередуются аналогично описанному выше образом.

Как при движении лесовозного автопоезда с ускорением, так и при его движении с замедлением, элементы конструкции лесовозного тягача и полуприцепа 2 подвергаются динамическим нагрузкам. И хотя такие нагрузки не являются значительными по величине и, как правило, не приводят к внезапным поломкам и повреждениям в начальный период эксплуатации лесовозного автопоезда, но их постоянное воздействие неизбежно ведет к снижению надежности и неоправданному преждевременному выходу элементов конструкции из строя. В этой связи, благодаря амортизирующим свойствам пружин сжатия 12, 13 устройства и демпфирующим свойствам материала втулок 20, 21, установленных в корпусе 11 устройства между центральной 8 и двумя крайними 6, 7 опорами на продольной относительно продольной оси лесовозного тягача оси 14, обеспечивается существенное снижение величины

знакопеременных нагрузок на конструкцию лесовозного автопоезда и повышение его долговечности. Важным достоинством является также то, что в отличие от традиционных конструкций седельно-сцепных устройств с двумя и тремя степенями свободы перемещения, добавление четвертой степени свободы перемещения, обеспечиваемой предлагаемым устройством при возвратно-поступательном движении полуприцепа 2 относительно лесовозного тягача, существенно повышает плавность хода лесовозного автопоезда, особенно в условиях недостаточно обустроенных лесовозных дорог. Предлагаемое седельно-сцепное устройство достаточно простое и компактное по конструкции, комплектуется серийно выпускаемыми опорными плитами седел 5 и легко komponуется на лесовозных тягачах различного назначения.

Практическое использование предлагаемого седельно-сцепного устройства с пружинным амортизатором позволяет повысить эффективность лесовозного автопоезда за счет повышения надежности благодаря пружинному амортизатору, обеспечивающему более благоприятные условия для работы двигателя и трансмиссии лесовозного тягача; уменьшения затрат мощности двигателем лесовозного тягача и, как следствие, снижения расхода топлива в результате смещенного по времени поэтапного трогания с места или при торможении значительных по массе лесовозного тягача и полуприцепа; повышения плавности хода при движении лесовозного автопоезда по недостаточно обустроенным лесовозным дорогам и создания, таким образом, более комфортных условий труда водителю.

Список литературы

1. Никонов, В. О. Современное состояние, проблемы и пути повышения эффективности лесовозного автомобильного транспорта / В. О. Никонов ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – 202 с.
2. Посметьев, В. И. Перспективная конструкция рекуперативного седельно-сцепного устройства лесовозного тягача с полуприцепом / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев // Лесотехнический журнал. – 2019. – № 3 – С. 180-192.
3. Никонов, В. О. Анализ конструктивных особенностей седельно-сцепных устройств тягачей с полуприцепами / В. О. Никонов, В. И. Посметьев, Т. Н. Фомин // Воронежский научно-технический вестник. – 2019. – Т. 1, № 1 (27). – С. 20-32.
4. Посметьев, В. И. Перспективная конструкция рекуперативного пружинно-гидравлического седельно-сцепного устройства лесовозного тягача с полуприцепом / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, А. В. Авдюхин // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика, 2020 № 1(48). – С. 299-305.
5. Посметьев, В. И. Анализ конструктивных особенностей систем смазки, используемых в седельно-сцепных устройствах лесовозных тягачей с полуприцепами / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, А. В. Авдюхин, О. С. Лесных // Воронежский научно-технический вестник. – 2020. – Т. 1, № 1 (31). – С. 22-39.